

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-178320

(43) 公開日 平成7年(1995)7月18日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 1 D 63/02		6953-4D		
63/00	5 0 0	9441-4D		

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-328852

(22) 出願日 平成6年(1993)12月24日

(71) 出願人 000006035

三菱レイヨン株式会社  
東京都中央区京橋2丁目3番19号

(71) 出願人 000176741

三菱レイヨン・エンジニアリング株式会社  
東京都中央区京橋3丁目1番1号

(72) 発明者 酸 日出敏

東京都練馬区栄町36-3

(72) 発明者 巨 藤治

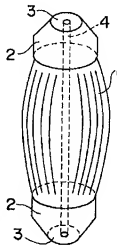
愛知県名古屋市中区砂田橋四丁目1番80号  
三菱レイヨン株式会社商品開発研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中空糸膜モジュール

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、中空糸膜の片端部或は両端部がハウジング内の固定部材で開口状態を保ちつつ固定される中空糸膜モジュールであって、中空糸膜が固定部材より露出する側の固定部材面の面積をA、中空糸膜が開口している固定部材端面の面積をBとしたとき、次式  $1.00 \leq A/B \leq 1.2$  を満足する中空糸膜モジュールである。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 中空糸膜の片端部或は両端部がハウジング内の固定部材で開口状態を保ちつつ固定されてなる中空糸膜モジュールであって、中空糸膜が固定部材より露出する側の固定部材面の面積をA、中空糸膜が開口している固定部材端面の面積をBとしたとき、次式を満足する中空糸膜モジュール、

$$1.00 \geq A/B \geq 1.2$$

【請求項2】 シート状の中空糸膜繊維物を用い、その中空糸膜の片端部或は両端部が開口状態を保ちつつ構造材内の固定部材で固定され、固定部材の中空糸膜に垂直な断面の形状が細長いほぼ矩形である中空糸膜モジュールに於て、中空糸膜が固定部材より露出する側の固定部材面の面積をA、中空糸膜が開口している固定部材端面の面積をBとしたとき、次式を満足する中空糸膜モジュール、

$$1.00 \geq A/B \geq 1.2$$

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は中空糸膜モジュールに関し、特に汚濁性（有機性物質による汚濁性）の高い液体を濾過するのに適した中空糸膜モジュールに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、中空糸膜モジュールは、無菌水、飲料水、高純度水の製造や、空気浄化といった所謂精密濾過の分野に於て多く使用されてきたが、近年、下水処理場に於ける二次処理、三次処理や、浄化槽に於ける固液分離等の高汚濁性水処理用途に用いる検討が様々な形で行われている。

【0003】 このような用途に用いる中空糸膜モジュールは、濾過処理時に於ける中空糸膜の目詰まりが大きいために、一定時間濾過処理後、空気を送って中空糸膜を振動させて膜表面を洗浄したり、濾過処理と逆方向に処理水を通水するなどの膜面洗浄を繰り返している。

【0004】 これらの分野で用いられている中空糸膜モジュールは、従来の精密濾過の分野に於て用いられていた円形円状や同心状に中空糸膜を集束して配置した円筒形タイプのものがほとんどであった。また、改良が施されるとしても、中空糸膜の充填率や充填形態を変えるだけのものが多かった。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このような従来の中空糸膜モジュールを用いて高汚濁性水（例えば、ss $\geq 50$ mg/L、TOC $\geq 100$ mg/L）の濾過処理を行った場合には、使用に伴い中空糸膜表面に付着した有機物等の堆積物を介して、中空糸膜同士が固着（接着）して一体化されることにより、モジュール内の中空糸膜の有効膜面積が減少し、濾過流量の急激な低下がみられた。また、このようにして中空糸膜同士が固着して一体化した中空糸膜モジュールを定期的な膜面洗浄や逆洗

2

を行う場合も、一旦固着一体化したモジュールの機能回復は容易ではなく、洗浄効率の低下が見られた。

【0006】 この問題の解決策として、集束型で円筒形の中空糸膜モジュールに替えて、中空糸膜をシート状に配置し、中空糸膜の片端部或は両端部が、一つ或は異なる二つのハウジング内の固定部材でそれぞれ開口状態を保ちつつ固定されてなる中空糸膜モジュールであって、固定部材の中空糸膜に垂直な断面の形状がいずれも細長いほぼ矩形である中空糸膜モジュールが提案されている。

【0007】 このようなシート状の平型の中空糸膜モジュールは、中空糸膜を層間隔を設けて内外層に均等に配置させることが可能となり、膜面洗浄の際、中空糸膜表面を均等に洗浄することが極めて容易となるので、これまでのような濾過効率の低下を抑えることができるなど、高汚濁性水の濾過に適したモジュールである。

【0008】 このような平型の中空糸膜モジュールを用いて、大容量（例えば1m<sup>3</sup>/h）の水を処理する場合には膜面積を広げる必要がある。モジュールの膜面積を大きくすることによって、取扱いが困難、処理槽が必要以上に大きくなり、更に、スクラビング洗浄等を行う場合には、膜面積を増やすことによって中空糸膜を集積することになり、モジュール内の膜面全体をエア等で効率良く洗浄できないといった問題点がある。

【0009】 また、従来の平型の中空糸膜モジュールの使用に於ては、膜面積を増やすためにモジュール数を増やしてユニット化する方法があるが、この場合、ユニット内のモジュール配（即ちシート状の中空糸膜を重ね合わせるようにモジュールを並列させた時のモジュール間の間隔）は、それぞれのモジュールの集水管の径に支配され、モジュール間の距離を狭めるには限界がある。

【0010】 従って、必要以上のモジュール間隔（シート状の平型中空糸膜モジュールでは中空糸膜繊維物の間隔）が開き、それに伴って必要以上の処理槽の容積が大きくなったり、スクラビングのためのパブリング量を増やさなければならないという問題点がある。

【0011】 本発明は、コンパクトなモジュールユニットに大きい膜面積を有するが、集水管の占めるスペースは小さく、且つモジュール内の中空糸膜全体にスクラビング洗浄が効率よく実施できる中空糸膜モジュールを提供することを目的とする。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】 本発明の要旨は次の通りである。

(1) 中空糸膜の片端部或は両端部がハウジング内の固定部材で開口状態を保ちつつ固定されてなる中空糸膜モジュールであって、中空糸膜が固定部材より露出する側の固定部材面の面積をA、中空糸膜が開口している固定部材端面の面積をBとしたとき、次式を満足する中空糸膜モジュール、

$$1.00 \geq A/B \geq 1.2$$

3

【0013】(2)シート状の中空糸膜繊維を用い、その中空糸膜の片端部或は両端部が開口状態を保ちつつ構造材内の固定部材で固定され、固定部材の中空糸膜に垂直な断面の形状が細長いほぼ矩形である中空糸膜モジュールに於て、中空糸膜が固定部材より露出する側の固定部材面の面積をA、中空糸膜が開口している固定部材端面の面積をBとしたとき、次式を満足する中空糸膜モジュール、

$$1.00 \leq A/B \leq 1.2$$

【0014】以下に本発明を図面に従い詳細に説明する。図1は、中空糸膜の両端を固定部材で開口部を保ちつつ固定し、円筒形を形成した本発明の中空糸膜モジュールの斜視図である。このモジュールのA/Bは4.6である。図2は、中空糸膜繊維を8枚用いて、各々の中空糸膜の片端部を開口状態を保ちつつ固定部材で固定した本発明の中空糸膜モジュールの斜視図である。このモジュールのA/Bは1.7である。

【0015】図3は、図2と同様に中空糸膜繊維を8枚用いて、各々の中空糸膜の両端部を開口状態を保ちつつ固定部材で固定した本発明の中空糸膜モジュールの斜視図である。図4は、図2及び図3で示したモジュールの集水管の長手方向に垂直な方向に於ける中空糸膜固定部の断面図である。

【0016】1は中空糸膜、2はハウジング(内部は固定部材)、3は中空糸膜開口端面、4は構造支持材、5は中空糸膜繊維、6はハウジング及び集水管、7は固定部材、8は導水管、9は濾液取り出し口をそれぞれ示している。

【0017】中空糸膜1及び中空糸膜繊維5は、例えばセルロース系、ポリオレフィン系、ポリビニルアルコール系、ポリスルホン系等の各種材料からなるものが使用でき、特にポリエチレン、ポリプロピレンなどの弾性度の高い材質のものが好ましい。

【0018】尚、濾過膜として使用可能なものであれば、孔径、空孔率、膜厚、外径等には特に制限はないが、除去対象物や容積当たりの膜面積の確保及び中空糸膜の強度等を考えると、好ましい例としては、孔径0.01~1 $\mu$ m、空孔率20~90%、膜厚5~300 $\mu$ m、外径20~2000 $\mu$ mの範囲を挙げることができる。また、バクテリアの除去を目的とする場合の孔径は、0.2 $\mu$ m以下であることが必須となり、有機物やウイルスの除去を目的とする場合には分画分子数数千から数十万の限外濾過膜を用いる場合もある。

【0019】中空糸膜の表面特性としては表面に親水性基等を持つ所謂恒久親水性膜であることが望ましい。恒久親水性膜の製法としては、ポリビニルアルコール系のような親水性高分子で中空糸膜を製造する方法、又は疎水性高分子の表面を親水化する方法など公知の方法が使用できる。例えば親水性高分子を膜面に付与し疎水性中空糸膜を親水化する際の親水性高分子の例としては、

4

エチレン-酢酸ビニル系共重合体化合物、ポリビニルピロリドン等を挙げることができる。

【0020】別の手法による膜面親水化の例としては、親水性モノマーの膜面重合方式があり、このモノマーの例としてはジアセトンアクリルアミド等を挙げることができる。また、他の手法としては疎水性高分子(例えばポリオレフィン)に親水性高分子をブレンドして結晶剥離する方法を挙げることができるが、使用する親水性高分子の例としては上述したものが挙げられる。

【0021】表面が疎水性の中空糸膜であると、被処理水中の有機物と中空糸膜表面との間に疎水性相互作用が働き膜面への有機物吸着が発生し、それが膜面閉塞につながり濾過寿命が短くなる。また、吸着由来の目詰まりは膜面洗浄による濾過性能回復も一般には難しい。

【0022】恒久親水性膜を用いると有機物と中空糸膜表面との疎水性相互作用を減少させることができ、有機物の吸着を抑えることができる。更に、疎水性膜では使用中のスクラビング洗浄に於て、そのパブリッシングエアによって乾燥、疎水化が生じ、フラックスの低下を招くことがあるが、恒久親水性膜では乾燥してもフラックスの低下を招くことがない。

【0023】中空糸膜の固定に関して、図2及び図3に示すように、中空糸膜の片端部或は両端のどちらでも構わない。目的や用途に応じてどちらかの固定を選択できる。中空糸膜繊維6は、中空糸膜をシート状に梱んだ物であり、シート状中空糸膜の製法としては任意の手法が用いられ、例えば、特公4-2686号公報や特開昭6-91673号公報に記載されている装置や方法を用いると容易に製造できる。

【0024】ハウジング2は、樹脂固定した中空糸膜集束端部を固定する部材として機能する。中空糸膜開口端面3は、この端面より濾液を取り出し、導水管等へ濾液を送る。構造支持材4は、中空糸膜モジュールの中心部に位置しており、集束された中空糸膜の両端部に形成されている樹面固定部を覆うハウジング2と固定され一体的に形成されている。尚、この棒状の構造支持材4を管状とし、その管内を浄水の流路として利用することもできる。断面形状としては、円形、正方形、矩形等棒状であれば差し支えない。

【0025】ハウジング2及び集水管6は、図2並びに図3の中空糸膜モジュール全体を支持する部材として機能し、細長い、ほぼ矩形の開口部を有する。このハウジング2及び集水管6の開口部は、そこに中空糸膜を穿って充填固定される固定部材の中空糸膜に垂直な断面の形状が細長いほぼ矩形をしたものである。

【0026】固定部材7は、ハウジング2及び集水管6の開口部に充填固定されると共に、図3のような断面形状を有するように形成されるが、形状はどのようなものであっても差し支えない。この固定部材7は、多数の中空糸膜の各端部を開口状態を保ったまま集束して固定され

5

るとともに、この中空糸膜を濾過膜として機能させるために、被処理水と処理水を密接に仕切る部材として機能する。

【0027】固定部材7は、通常エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリウレタン等の液状樹脂を硬化させて形成させる。図1のハウジング2内部の固定部材についても同様である。導水管8は、濾液が流れるパイプであり、濾液取り出口9に連通する。

【0028】ハウジング2、構造支持材4、ハウジング及び集水管6及び導水管8の材質としては、機械的強度及び耐久性を有するものであれば良く、例えば硬質ポリ塩化ビニル樹脂、ポリカーボネート、ポリスルホン、ポリプロピレン、アクリル樹脂、ABS樹脂、変成PPE樹脂等が例示される。使用後に焼却処理が必要な場合には、燃焼により有毒ガスを放出せずに完全燃焼させることのできる炭化水素系の樹脂を材質とするのが好ましい。

【0029】中空糸膜が固定部材より露出する側の固定部材面の面積Aと、中空糸膜が開口している固定部材端面の面積Bの比、 $A/B$ は任意の値が選択できるが、処理容量、膜面積、缶体或は処理槽の大きさ、取扱性等を考慮すると1.2~100の範囲が好ましい。特に、平型の中空糸膜モジュール（中空糸膜編織物を使用）の場合では、中空糸膜編織物の枚数、集水管の内径及び外径を考慮して $A/B$ の値を決定する。

【0030】本発明の中空糸膜モジュールは以下に述べるような特徴がある。中空糸膜を円形状若しくは同心円状に集束、配置した円筒形タイプのモジュールでは、取扱性、特にモジュール装着時の作業性に優れる。中空糸膜は面積Aで表される固定部材面全体に対して均等に配置されているため、面積Bが同じで $A/B$ が1のモジュールよりも中空糸膜間への濁質の堆積や中空糸膜同士の接着が生じ難くなり、膜面の有効利用並びにスクラビング洗浄が効率よく行われる。

【0031】また、同じ中空糸膜本数のモジュールでも $A/B=1$ よりも $A/B>1$ のモジュールの方が固定部材として使用する樹脂が少量で作製できる。従って、硬化時に発熱するような樹脂の場合、できるだけ樹脂の量が少ない方が発熱も少なく、硬化収縮も小さくなり成形しやすい。

【0032】図2や図3の様な中空糸膜編織物を用いた中空糸膜モジュールでも同様の膜面積を有するモジュールよりも取扱性に優れ、中空糸膜編織物が層間隙を設けられて内外層に均等に配置されているので、膜面洗浄の際、中空糸膜表面を均等に洗浄することが極めて容易となる。それぞれの中空糸膜編織物の間隔を等間隔にすることでその効果が更に向上する。

【0033】複数のモジュールを処理槽等に配置する場合、特に中空糸膜編織物を重ね合わせるように並列又は積層するような配置の場合、従来のモジュールでは、集

6

水管の外径又は集水管の濾液出口の接続部の大ききによってモジュール間隔が支配されている。

【0034】本発明のモジュールでは、固定部材の幅の方が集水管の外径や接続部よりも大きく、固定部材の側面同士が接するようにモジュールを並列させることによって、全てのモジュールに於ける全ての中空糸膜編織物が等間隔で固定されるので、中空糸膜全体に均等なスクラビング洗浄が行え、部分的な濾過効率の低下を招くことがない。

【0035】モジュール中の中空糸膜編織物間の間隔は、スクラビング洗浄時のエアバブリングを膜面全体に均等に当てることを考慮すると、等間隔にすることが望ましいが、その間隔に於ては任意の距離が選択される。

【0036】エアバブリング等に於けるスクラビング洗浄の効率や隣接する中空糸膜編織物の接着防止、及びモジュール当たりの膜面積等を考慮してシート間との距離を選択することができるが、好ましくは、5~1000mmの範囲が適当である。更に、中空糸膜編織物を1枚毎所定の間隔を保って固定することにより、中空糸膜同士の固着一体化をより防止することが可能となる。

【0037】中空糸膜編織物を用いたモジュールでは図4のように中空糸膜は開口端面の方へ向かって集束されているが、ここで中空糸膜が固定部材内で完全に埋め込まれていることが望ましい。

【0038】特に中空糸膜編織物を用いた平型の中空糸膜モジュールの使用に於ては、モジュールを密閉容器に配設して、被処理水を加圧して中空糸膜を透過させる所謂加圧濾過法も採用できるが、活性汚泥槽や沈泥槽等に中空糸膜モジュールを配設し、中空糸膜を透過した処理水を回収するサイドを吸引する吸引濾過法で使うことが好ましい。

【0039】特に、周期的に一時吸引を停止する、所謂間欠吸引運転方法を採用することにより、膜面堆積物が膜面内部へ入り込むのを効率的に防止することができる。中空糸膜モジュールの機能回復処理頻度を低下させることができる。

【0040】間欠吸引の間欠間隔は、被処理水の汚濁度によって最適範囲は異なってくるが、明確な範囲は規定できないが、 $MLSS \leq 5000 \text{ mg/L}$ 程度の活性汚泥を対象とする場合の例としては、吸引時間1~30分、停止時間2秒~15分の範囲を望ましい例として挙げる事ができる。

【0041】また、吸引濾過法を採用することにより、濾過時に処理水を槽内で循環せたり、エアバブリングを行って膜面を洗浄したりすることが行いやすくなる。特にエアバブリングによる洗浄方法は、上記に示したように、膜面堆積物が膜面内部へ入り込むのを効率的に防止することができる間欠吸引運転方法と組み合わせることによって、より一層の洗浄効果を発揮する。吸

引濾過法に於ける被処理水の流れは、中空糸膜の配方向に対してほぼ垂直に流れるようにして、中空糸膜の膜面の洗浄効果をアップさせることが好ましい。

【0042】高汚濁水の濾過に於ては膜面に多くのssや有機物が堆積する。そのために、膜面を水流やエア、振動、超音波等を用いて堆積物を剥離させ洗浄する必要がある。洗浄を行わない場合には膜面に堆積した有機物が膜の閉塞の原因となり濾過寿命の低下を招く。具体的な洗浄方法としては、膜面に平行に水流を流す所謂クロスフロー濾過、膜モジュール投漬槽にポンプ又はモーター等で水流を起こす方法、エアの上昇流を利用したバブリング法、モジュール自身を振動させる方法、被処理液を超音波により振動させる方法等が挙げられる。これらの洗浄は、膜面閉塞の進行具合に応じて、連続的に行っても良いし、断続的に行っても良い。

【0043】エアバブリングによるスクラビング洗浄を併用しながら運転する場合には、バブリングを行うための散気管が必要となる。適切なエアバブリングを行うためには散気管とモジュールの位置関係が重要であるが、モジュールと散気管を別々に固定するのは複雑な作業であり、また、運転中にモジュールが移動してしまった場合、運転中に於て適切なスクラビング洗浄を行うことができなくなる問題点がある。この対策として、本発明のモジュールに散気管を固定一体化することにより、缶体或は処理層への装着が容易になり、運転中に適切なスクラビング洗浄が継続できるようになる。

【0044】本発明の中空糸膜モジュールは、特に高汚濁水の濾過に適しており、具体的な利用分野としては、河川水の濾過、工業用水道水濾過、下水水の固液分離、排水処理（例えば合併浄化槽での処理）等が挙げられる。

【0045】

【発明の効果】本発明の中空糸膜モジュールは、大きい膜面積でありながらコンパクトな構造になっており、且つより多くの中空糸膜が直接被処理水と接触するので、中空糸膜間の固着一体化が防止され、特に高汚濁性水の濾過に於て、長期にわたって高い濾過効率を保つことが可能である。

【0046】特に中空糸膜編織物を用いた中空糸膜モジュールを処理槽内に投漬して濾過を行う場合、全ての中空糸膜編織物を等間隔で配設することができ、複数のモジュール全体に均等な効率の良いスクラビング洗浄を実施できる。また、缶体あるいは処理槽への装着及び脱着が容易であり、取扱い性に優れている。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の中空糸膜モジュールの一例を示す斜視図である。

【図2】本発明の中空糸膜モジュールの一例を示す斜視図である。

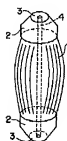
【図3】本発明の中空糸膜モジュールの一例を示す斜視図である。

【図4】本発明の中空糸膜モジュールの一例（図2及び図3）に於ける中空糸膜固定部の断面図である。

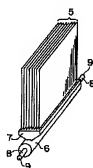
【符号の説明】

- 1 中空糸膜
- 2 ハウジング
- 3 中空糸膜開口端面
- 4 構造支持体
- 5 中空糸膜編織物
- 6 ハウジング及び集水管
- 7 固定部材
- 8 導水管
- 9 濾液取り出し口

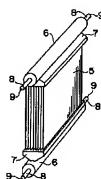
【図1】



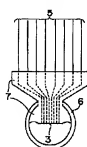
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 田中丸 直也  
東京都中央区京橋二丁目3番19号 三菱レ  
イヨン株式会社内

(72)発明者 小林 真澄  
愛知県名古屋市東区妙田橋四丁目1番60号  
三菱レイヨン株式会社商品開発研究所内

(72)発明者 岡田 達治  
東京都江東区木場二丁目8番3号 三菱レ  
イヨン・エンジニアリング株式会社内